

Corresponds to  
2185732344



18 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 44 30 314 C 2

61 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
H 03 D 7/12  
H 04 B 1/28

21 Aktenzeichen: P 44 30 314.9-35  
22 Anmeldetag: 26. 8. 94  
43 Offenlegungstag: 29. 2. 98  
46 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 18. 1. 97

DE 4430314 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

TEMIC TELEFUNKEN microelectronic GmbH, 74072  
Heilbronn, DE

72 Erfinder:

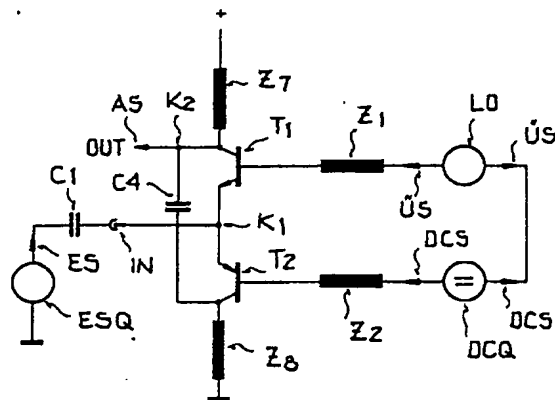
Rinderle, Heinz, 74080 Heilbronn, DE; Sapotta, Hans,  
Dr., 74078 Heilbronn, DE

58 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 25 31 603 B2  
DE-AS 19 44 081  
DE 28 23 789 A1  
GB 22 62 851 A  
GB 22 61 130 A  
GB 15 74 159

54 HF-Mischstufe

- 57 HF-Mischstufe zur Frequenzumsetzung eines am Schal-  
tungseingang (IN) anstehenden Wechselspannungs-Ein-  
gangssignals (ES) in ein am Schaltungsausgang (OUT)  
ausgegebenes Ausgangssignal (AS), mit  
— einer Eingangs-Signalquelle (ESQ) zur Generierung des  
Wechselspannungs-Eingangssignals (ES) und  
— einem Lokal-Oszillator (LO) zur Bereitstellung eines  
Überlagerungssignals (ÜS), dadurch gekennzeichnet:  
— die Mischstufe weist zwei zueinander komplementäre  
bipolare Transistoren (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>) in Basisschaltung oder zwei  
komplementäre unipolare Transistoren in Gateschaltung auf,  
— die beiden komplementären Transistoren (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>) sind für  
das Wechselspannungs-Eingangssignal (ES) parallel ge-  
schaltet, indem das Wechselspannungs-Eingangssignal (ES)  
parallel den Emitter-Elektroden oder Source-Elektroden der  
beiden komplementären Transistoren (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>) zugeführt ist,  
und das Ausgangssignal (AS) parallel von den Kollektor-  
Elektroden oder Drain-Elektroden der beiden komplementären  
Transistoren (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>) abgenommen ist,  
— den Basis-Elektroden der beiden komplementären bipola-  
ren Transistoren (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>) oder den Gate-Elektroden der  
beiden komplementären unipolaren Transistoren wird das  
Überlagerungssignal (ÜS) gleichzeitig mit einem Gleich-  
spannungssignal (DCQ, DCQ1, DCQ2) zugeführt, so daß  
beide komplementäre Transistoren (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>) gleichzeitig in  
den sperrenden oder leitenden Zustand übergehen.



PD030102  
CITED BY APPLICANT

DE 4430314 C 2

Mischstufen werden in der Schaltungstechnik häufig eingesetzt, insbesondere zur Umsetzung der Frequenz eines Eingangssignals in einen an deren Frequenzbereich; ein Hauptanwendungsfall hierzu ist in der Rundfunktechnik die Erzeugung der Zwischen-Frequenz (die beispielsweise in superheterodynamischen Empfängerstufen benötigt wird) aus dem HF-Eingangssignal. HF-Mischstufen werden entweder als additive Mischstufen — hier wird das Eingangssignal zusammen mit einem Oszillatorsignal (LO-Signal) auf ein Bauelement mit einer nicht-linearen Kennlinie gegeben und durch die Nicht-Linearität eine Vielzahl von Mischprodukten erzeugt — oder als multiplikative Mischstufen ausgebildet — hier wird durch eine kombinierte Schaltung aus Verstärkertransistoren und Schalttransistoren eine echte Signalmultiplikation vorgenommen. Obwohl bei multiplikativen Mischstufen nur sehr wenig unerwünschte Mischprodukte entstehen, sind wegen deren technisch sehr aufwendigen und damit auch kostspieligen Realisierung in vielen Frequenzbereichen additive Mischstufen gebräuchlich.

Additive Mischstufen bestehen in der Regel aus einem Bipolartransistor als Mischtransistor, der in Emitterschaltung oder Basisschaltung betrieben wird; das LO-Signal kann entweder dem Emitter oder der Basis zugeführt werden, wobei für letzteren Fall eine geringere Leistung des Oszillators erforderlich ist (eine hohe Oszillatorleistung ist mit erhöhtem Strombedarf und technischem Aufwand verbunden). Der durch das LO-Signal gesteuerte Mischtransistor ist entweder aktiv oder gesperrt; da der Lastwiderstand konstant ist, ergibt sich eine Verstärkung des LO-Signals am Kollektor.

Nachteilig hierbei ist, daß

- das Rauschen der additiven Mischstufe höher und gleichzeitig das Großsignalverhalten schlechter als bei einer Verstärkerstufe ist, so daß additive Mischstufen nur eine geringe Dynamik aufweisen und damit das schwächste Glied innerhalb einer Signal-Übertragungskette darstellen,
- bei einer breitbandigen Auskopplung des Ausgangssignals aus der Mischstufe aufgrund der zahlreichen unerwünschten Mischprodukte und Oberwellen Störsignale erzeugt werden,
- das LO-Signal auf den Eingang der Mischstufe übertragen wird; dies kann beispielsweise bei RF-Empfängern dazu führen, daß das LO-Signal über die Antenne als Störsignal abgestrahlt wird.

Aus der GB 2 262 851 A ist ein Mischer bekannt, der jeweils zwei zueinander komplementäre Treibertransistoren aufweist, deren Basis-Elektroden das von einem Lokal-Oszillator erzeugte Überlagerungssignal und deren Emitter-Elektroden ein HF-Wechselspannungs-Eingangssignal zugeführt wird.

In der DE-OS 19 44 081 wird ein Modulator mit zwei Transistoren des einander entgegengesetzten Leitfähigkeitstyps beschrieben.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine HF-Mischstufe mit vorteilhaften Übertragungseigenschaften anzugeben, insbesondere bezüglich des Rauschens, der Dynamik und der Großsignalfestigkeit.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben

sich aus den Unteransprüchen.

Die vorgestellte HF-Mischstufe ist als additive Gegentakt-Mischstufe ausgebildet und weist dazu zwei komplementäre in Basisschaltung oder Gateschaltung betriebene Transistoren auf; die beiden komplementären Transistoren sind so angeordnet, daß im Signalzweig dem Transistor einer Polarität der Transistor der anderen Polarität für wechselspannungs-Eingangssignale parallel geschaltet ist. Falls der Gleichstrom durch beide komplementäre Transistoren identisch ist — dies ist durch eine gleichstrommäßige Serienschaltung am einfachsten realisierbar — kompensieren sich die Intermodulationsprodukte der beiden komplementären Transistoren.

Die vorgestellte HF-Mischstufe vereinigt mehrere Vorteile in sich:

- durch die Kompensation der Intermodulationsprodukte ist eine erhebliche Steigerung der Linearität und damit der Dynamik der Mischstufe erreichbar,
- da der von einem der beiden komplementären Transistoren an der Kollektor-Elektrode oder Drain-Elektrode gelieferte LO-Strom vom anderen der beiden komplementären Transistoren wieder "abgesaugt" wird, treten an den Kollektor-Elektroden oder Drain-Elektroden der beiden komplementären Transistoren keine oder nur stark abgeschwächte LO-Komponenten auf; es findet somit eine Unterdrückung der LO-Anteile am Ausgang der Mischstufe statt,
- da das Oszillatorsignal in Gegentakt an den Basis-Elektroden oder Gate-Elektroden der beiden parallel geschalteten komplementären Transistoren anliegt, ist es am Eingang der Mischstufe unterdrückt, so daß eine Ausstrahlung des LO-Signals (beispielsweise über die Antenne) verringert wird.

Das LO-Signal muß zur Ansteuerung der beiden komplementären Transistoren an deren Steuerelektrode mit einer Phasenverschiebung von 180° vorliegen; dies kann entweder unter Verwendung von Symmetrierübertragern oder unter Verwendung elektronischer Maßnahmen realisiert werden.

Anhand der Zeichnung mit den Fig. 1 bis 4 wird die HF-Mischstufe für den Fall bipolarer komplementärer Transistoren näher erläutert. Dabei zeigen die Fig. 1 und 2 Ausführungsbeispiele, bei denen die Emitter-Elektroden der beiden in Basisschaltung betriebenen komplementären Transistoren miteinander verbunden sind; die Fig. 3 und 4 zeigen Ausführungsbeispiele, bei denen die Kollektor-Elektroden der beiden in Basisschaltung betriebenen komplementären Transistoren miteinander verbunden sind.

Bei den Schaltungsbeispielen der Fig. 1 und 2 sind die Emitter-Elektroden der beiden komplementären bipolaren Transistoren T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> an einem Knotenpunkt K<sub>1</sub> miteinander verbunden.

a) Einkopplung des Eingangssignals:

Gemäß der Fig. 1 wird das von der Eingangs-Signalquelle ESQ gelieferte Wechselspannungs-Eingangssignal ES über den Kondensator C<sub>1</sub> kapazitiv am Schaltungseingang IN auf die am Knotenpunkt K<sub>1</sub> miteinander verbundenen Emitter-Elektroden der beiden komplementären Transistoren T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> eingekoppelt. Gemäß der Fig. 2 wird das von der Eingangs-Signalquelle ESQ gelieferte Wechsel-

spannungs-Eingangssignal ES induktiv über den ersten Übertrager  $\bar{U}_1$  am Schaltungseingang IN auf die am Knotenpunkt  $K_1$  miteinander verbundenen Emitter-Elektroden der beiden komplementären Transistoren  $T_1, T_2$  eingekoppelt; ein Anschluß der mit dem Schaltungseingang IN verbundenen Sekundärwicklung des ersten Übertragers  $\bar{U}_1$  ist über den Kondensator  $C_3$  an Bezugspotential angeschlossen.

b) Basisansteuerung:

Die Basis-Elektroden der beiden komplementären Transistoren  $T_1, T_2$  sind über frequenzabhängige Impedanzen  $Z_1, Z_2$  mit dem das Überlagerungssignal  $\bar{U}_S$  liefernden Lokal-Oszillator LO und der das Gleichspannungssignal DCS liefernden Gleichspannungsquelle DCQ verbunden. Die Impedanzen  $Z_1, Z_2$  werden so gewählt, daß sie für das gewünschte Mischprodukt (beispielsweise  $f_1 - f_2$ , wobei  $f_1$  die Frequenz des Wechselspannungs-Eingangssignals ES und  $f_2$  die Frequenz des Überlagerungssignals  $\bar{U}_S$  ist) niederohmig sind; hierdurch wird erreicht, daß die an den Emitter-Elektroden der beiden komplementären Transistoren  $T_1, T_2$  entstehenden Differenzfrequenzsignale verlustfrei und rauscharm in das Ausgangssignal AS überführt werden. Das Gleichspannungssignal DCS der Gleichspannungsquelle DCQ wird so gewählt, daß ein Durchschalten der beiden komplementären Transistoren  $T_1, T_2$  im Verlauf einer Periode des Überlagerungssignals  $\bar{U}_S$  des Lokal-Oszillators LO einmal ermöglicht wird.

c) Auskopplung:

Gemäß der Fig. 1 wird das Ausgangssignal AS am Schaltungsausgang OUT an den über den Kondensator  $C_4$  am Summationspunkt  $K_2$  verbundenen Kollektor-Elektroden der beiden komplementären Transistoren  $T_1, T_2$  abgenommen. Die Kollektor-Elektrode des Transistors  $T_1$  ist über eine frequenzabhängige Impedanz  $Z_7$  mit dem positiven Anschluß der Versorgungs-Gleichspannung verbunden, die Kollektor-Elektrode des Transistors  $T_2$  über eine frequenzabhängige Impedanz  $Z_8$  mit dem negativen Anschluß der Versorgungs-Gleichspannung. Die Impedanz  $Z_7$  wird so gewählt, daß sie für das gewünschte Mischprodukt (beispielsweise  $f_1 - f_2$ ) hochohmig und für alle anderen Frequenzen (einschließlich der Frequenz  $f = 0$ ) niederohmig ist; hierdurch wird das gewünschte Ausgangssignal AS (Frequenz  $f_1 - f_2$ ) selektiv verstärkt. Die Impedanz  $Z_8$  wird so gewählt, daß sie für das gewünschte Mischprodukt hochohmig ist und mindestens für die Frequenz  $f = 0$  niederohmig ist. Die Impedanzen  $Z_7, Z_8$  und somit deren Wirkungsweisen sind vertauschbar.

Gemäß der Fig. 2 wird das Ausgangssignal AS am Schaltungsausgang OUT über den trifilaren zweiten Übertrager  $\bar{U}_2$  abgenommen, dessen erste Wicklung mit der Kollektor-Elektrode des Transistors  $T_1$  und dem positiven Anschluß der Versorgungs-Gleichspannung, dessen zweite Wicklung mit der Kollektor-Elektrode des Transistors  $T_2$  und dem negativen Anschluß der Versorgungs-Gleichspannung und dessen dritte Wicklung mit dem Schaltungsausgang OUT und dem negativen Anschluß der Versorgungs-Gleichspannung verbunden ist.

In den Schaltungsbeispielen der Fig. 3 und 4 sind die

Kollektor-Elektroden der beiden komplementären bipolaren Transistoren  $T_1, T_2$  an einem Ausgangsknotenpunkt  $K_3$  miteinander verbunden.

a) Einkopplung des Eingangssignals:

Gemäß der Fig. 3 wird das von der Eingangs-Signalquelle ESQ gelieferte Eingangssignal ES kapazitiv über die beiden mit dem Schaltungseingang IN und den Emitter-Elektroden der beiden komplementären Transistoren  $T_1, T_2$  verbundenen Kondensatoren  $C_2, C_3$  eingekoppelt. Die Emitter-Elektroden der beiden komplementären Transistoren  $T_1, T_2$  sind dabei über frequenzabhängige Impedanzen  $Z_6, Z_7$  an den negativen oder positiven Anschluß der Versorgungs-Gleichspannung angeschlossen; die Impedanzen  $Z_7, Z_8$  werden so gewählt, daß die Parallelschaltung von  $Z_7$  und  $C_2$  oder  $Z_8$  und  $C_3$  für das gewünschte Mischprodukt niederohmig wird und die Impedanzen  $Z_6$  oder  $Z_7$  für die Frequenz  $f = 0$  niederohmig werden.

Gemäß der Fig. 4 wird das von der Eingangs-Signalquelle ESQ gelieferte Eingangssignal ES über den Transformator Tr mit den drei Wicklungen  $W_1, W_2$  und  $W_3$  induktiv auf die Emitter-Elektroden der beiden komplementären Transistoren  $T_1, T_2$  eingekoppelt. Die erste Wicklung  $W_1$  des Transformators Tr ist mit einem Anschluß an den positiven Anschluß der Versorgungs-Gleichspannung und mit dem anderen Anschluß an die Emitter-Elektrode des Transistors  $T_2$  angeschlossen, die zweite Wicklung  $W_2$  des Transformators Tr ist mit einem Anschluß an den negativen Anschluß der Versorgungs-Gleichspannung und mit dem anderen Anschluß an die Emitter-Elektrode des Transistors  $T_1$  angeschlossen, die dritte Wicklung des Transformators Tr ist mit einem Anschluß an den negativen Anschluß der Versorgungs-Gleichspannung und mit dem anderen Anschluß mit der Eingangs-Signalquelle ESQ verbunden.

b) Auskopplung:

Das Ausgangssignal AS wird an dem den Schaltungsausgang OUT bildenden Ausgangsknotenpunkt  $K_3$  (hier sind die Kollektor-Elektroden der beiden komplementären Transistoren  $T_1, T_2$  miteinander verbunden) über die frequenzabhängige Impedanz  $Z_6$  ausgekoppelt. Die Impedanz  $Z_6$  wird so gewählt, daß sie für das gewünschte Mischprodukt hochohmig ist und für alle anderen Frequenzen möglichst niederohmig wird sowie für die Frequenz  $f = 0$  möglichst unendlich wird; hierdurch wird das gewünschte Ausgangssignal AS (Mischprodukt) selektiv verstärkt.

c) Basisansteuerung:

Die Basis-Elektroden der beiden komplementären Transistoren  $T_1, T_2$  sind über die frequenzabhängigen Impedanzen  $Z_3, Z_4$  mit den die Gleichspannungssignale DCS1, DCS2 liefernden Gleichspannungsquellen DCQ1, DCQ2 verbunden sowie über die frequenzabhängige Impedanz  $Z_5$  an den das Überlagerungssignal  $\bar{U}_S$  liefernden Lokal-Oszillator LO angeschlossen. Die Impedanzen  $Z_3, Z_4$  werden so gewählt, daß sie für das gewünschte Mischprodukt, die Frequenz  $f = 0$  und die gewünschte Mischfrequenz (beispielsweise  $f_1 - f_2$ ) niederohmig und für die Frequenz des Überlagerungssignals  $\bar{U}_S$  hochohmig sind; hierdurch wird erreicht, daß das Überlagerungssignal nicht über die Gleichspannungsquellen DCQ1, DCQ2 kurzgeschlossen wird.

und die an den Emitter-Elektroden der beiden komplementären Transistoren  $T_1$ ,  $T_2$  entstehenden Mischprodukte rauscharm und verlustfrei in das Ausgangssignal AS überführt werden. Die Impedanz  $Z_5$  wird so gewählt, daß sie für die Frequenz des Überlagerungssignals  $\ddot{U}S$  niederohmig und für die Frequenz  $f = 0$  sehr hochohmig wird. Die Gleichspannungssignale DCS1, DCS2 der beiden Gleichspannungsquellen DCQ1, DCQ2 werden so gewählt, daß an der Kollektor-Elektrode der beiden komplementären Transistoren  $T_1$ ,  $T_2$  ohne Überlagerungssignal  $\ddot{U}S$  jeweils ungefähr die halbe Versorgungsgleichspannung ansteht.

Die frequenzabhängigen Impedanzen  $Z_1$  bis  $Z_8$  können entweder passiv (Widerstände, Kondensatoren, Spulen etc.) oder elektronisch aktiv (Transistoren, Transistorschaltungen etc.) realisiert werden.

#### Patentansprüche

1. HF-Mischstufe zur Frequenzumsetzung eines am Schaltungseingang (IN) anstehenden Wechselspannungs-Eingangssignals (ES) in ein am Schaltungsausgang (OUT) ausgegebenes Ausgangssignal (AS), mit
  - einer Eingangs-Signalquelle (ESQ) zur Generierung des Wechselspannungs-Eingangssignals (ES) und
  - einem Lokal-Oszillator (LO) zur Bereitstellung eines Überlagerungssignals ( $\ddot{U}S$ ), dadurch gekennzeichnet:
    - die Mischstufe weist zwei zueinander komplementäre bipolare Transistoren ( $T_1$ ,  $T_2$ ) in Basisschaltung oder zwei komplementäre unipolare Transistoren in Gateschaltung auf,
    - die beiden komplementären Transistoren ( $T_1$ ,  $T_2$ ) sind für das Wechselspannungs-Eingangssignal (ES) parallel geschaltet, indem das Wechselspannungs-Eingangssignal (ES) parallel den Emitter-Elektroden oder Source-Elektroden der beiden komplementären Transistoren ( $T_1$ ,  $T_2$ ) zugeführt ist, und das Ausgangssignal (AS) parallel von den Kollektor-Elektroden oder Drain-Elektroden der beiden komplementären Transistoren ( $T_1$ ,  $T_2$ ) abgenommen ist,
    - den Basis-Elektroden der beiden komplementären bipolaren Transistoren ( $T_1$ ,  $T_2$ ) oder den Gate-Elektroden der beiden komplementären unipolaren Transistoren wird das Überlagerungssignal ( $\ddot{U}S$ ) gleichzeitig mit einem Gleichspannungssignal (DCQ, DCQ1, DCQ2) zugeführt, so daß beide komplementäre Transistoren ( $T_1$ ,  $T_2$ ) gleichzeitig in den sperrenden oder leitenden Zustand übergehen.
2. Mischstufe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden komplementären Transistoren ( $T_1$ ,  $T_2$ ) für die Versorgungsgleichspannung in Serie geschaltet sind.
3. Mischstufe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Wechselspannungs-Eingangssignal (ES) den Emitter-Elektroden oder Source-Elektroden der beiden komplementären Transistoren ( $T_1$ ,  $T_2$ ) über Schaltungsmittel ( $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $\ddot{U}_1$ , Tr) durch kapazitive oder induktive Einkopplung zugeführt ist.
4. Mischstufe nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet, daß das Überlagerungssignal ( $\ddot{U}S$ ) und das Gleichspannungssignal (DCQ, DCQ1, DCQ2) den Basis-Elektroden oder den Gate-Elektroden der beiden komplementären Transistoren ( $T_1$ ,  $T_2$ ) über Schaltungsmittel ( $Z_1$ ,  $Z_2$ ,  $Z_3$ ,  $Z_4$ ,  $Z_5$ ) zur Arbeitspunkteinstellung zugeführt ist.

5. Mischstufe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaltungsausgang (OUT) durch einen Summationspunkt oder Ausgangsknotenpunkt ( $K_2$ ;  $K_3$ ) gebildet ist, an dem die aus den Kollektor-Elektroden oder Drain-Elektroden der beiden komplementären Transistoren ( $T_1$ ,  $T_2$ ) herausfließenden Wechselströme summiert werden, und daß das Ausgangssignal (AS) über Schaltungsmittel ( $C_4$ ,  $\ddot{U}_2$  bzw.  $Z_6$ ) abgenommen ist.

6. Mischstufe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Emitter-Elektroden oder Source-Elektroden der beiden komplementären Transistoren ( $T_1$ ,  $T_2$ ) an einem Knotenpunkt ( $K_1$ ) miteinander verbunden sind (Fig. 1, Fig. 2).

7. Mischstufe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Wechselspannungs-Eingangssignal (ES) den am Knotenpunkt ( $K_1$ ) miteinander verbundenen Emitter-Elektroden oder Source-Elektroden der beiden komplementären Transistoren ( $T_1$ ,  $T_2$ ) über einen Kondensator ( $C_1$ ) zugeführt ist.

8. Mischstufe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Wechselspannungs-Eingangssignal (ES) den am Knotenpunkt ( $K_1$ ) miteinander verbundenen Emitter-Elektroden oder Source-Elektroden der beiden komplementären Transistoren ( $T_1$ ,  $T_2$ ) über einen ersten Übertrager ( $\ddot{U}_1$ ) zugeführt ist.

9. Mischstufe nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Kollektor-Elektroden der beiden komplementären Transistoren ( $T_1$ ,  $T_2$ ) über frequenzabhängige Impedanzen ( $Z_7$ ,  $Z_8$ ) an die Versorgungsspannung oder an Bezugspotential angeschlossen sind.

10. Mischstufe nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangssignal (AS) am Summationspunkt ( $K_2$ ) abgenommen ist, an dem die Kollektor-Elektroden der beiden komplementären Transistoren ( $T_1$ ,  $T_2$ ) über einen Kondensator ( $C_4$ ) miteinander verbunden sind.

11. Mischstufe nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangssignal (AS) am Summationspunkt ( $K_2$ ) abgenommen ist, an dem die dritte Wicklung eines die Kollektor-Elektroden der beiden komplementären Transistoren ( $T_1$ ,  $T_2$ ) miteinander verbindenden zweiten Übertragers ( $\ddot{U}_2$ ) angeschlossen ist.

12. Mischstufe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kollektor-Elektroden bzw. Drain-Elektroden der beiden komplementären Transistoren ( $T_1$ ,  $T_2$ ) am Ausgangsknotenpunkt ( $K_3$ ) miteinander verbunden sind (Fig. 3, Fig. 4).

13. Mischstufe nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das am Schaltungseingang (IN) anliegende Wechselspannungs-Eingangssignal (ES) den Emitter-Elektroden oder Source-Elektroden der beiden komplementären Transistoren ( $T_1$ ,  $T_2$ ) über Schaltungsmittel ( $C_2$ ,  $C_3$ ) zur DC-Abtrennung parallel zugeführt ist.

14. Mischstufe nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß die Emitter-Elektrode oder Source-Elektrode des ersten Transistors ( $T_1$ ) zur DC-Versorgung und AC-Abtrennung über eine frequenzabhängige Impedanz ( $Z_8$ ) mit dem negativen Anschluß der Versorgungs-Gleichspannung verbunden ist. 5

15. Mischstufe nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Emitter-Elektrode oder Source-Elektrode des zweiten Transistors ( $T_2$ ) zur DC-Versorgung und AC-Abtrennung über eine frequenzabhängige Impedanz ( $Z_7$ ) mit dem positiven Anschluß (+) der Versorgungs-Gleichspannung verbunden ist. 10

16. Mischstufe nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß zur Einkopplung des Wechselspannungs-Eingangssignals (ES) ein Transformator (Tr) mit 3 Wicklungen vorgesehen ist, daß die erste Wicklung ( $W_1$ ) des Transformators (Tr) an einem Pol mit der Emitter-Elektrode des zweiten Transistors ( $T_2$ ) und am anderen Pol mit dem positiven Anschluß (+) der Versorgungs-Gleichspannung verbunden ist, daß die zweite Wicklung ( $W_2$ ) des Transformators (Tr) an einem Pol mit der Emitter-Elektrode des ersten Transistors ( $T_1$ ) und am anderen Pol mit dem negativen Anschluß der Versorgungs-Gleichspannung verbunden ist, und daß die dritte Wicklung ( $W_3$ ) des Transformators (Tr) mit einem Pol an die Eingangs-Signalquelle (ESQ) angeschlossen ist. 15 20 25

17. Mischstufe nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangssignal (AS) am Ausgangsknotenpunkt ( $K_3$ ) über eine frequenzabhängige Impedanz ( $Z_6$ ) abgenommen ist. 30

18. Mischstufe nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Basis-Elektroden oder Gate-Elektroden der beiden komplementären Transistoren ( $T_1$ ,  $T_2$ ) zur Unterdrückung der Frequenz des Wechselspannungs-Eingangssignals (ES) mit frequenzabhängigen Impedanzen ( $Z_3$ ,  $Z_4$ ,  $Z_5$ ) und zur Spannungsversorgung mit dem Lokal-Oszillator (LO) und jeweils einer Gleichspannungsquelle (DCQ1, DCQ2) verbunden sind. 35 40

19. Mischstufe nach einem der Ansprüche 9 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die frequenzabhängigen Impedanzen ( $Z_1$ — $Z_8$ ) als passive oder elektronisch aktive Bauelemente ausgebildet sind. 45

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

50

55

60

65

- Leerseite -

